

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Wei-En CHIEN et al.
Application No. : New Application
Filed : March 4, 2004
Title : LIGHT-EMITTING SEMICONDUCTOR DEVICE
HAVING ENHANCED BRIGHTNESS
Docket No. : BHT/3232-8

MAIL STOP NEW APPLICATION

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

Sir:

Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55, Applicant hereby claims priority from Taiwan Patent Application No. 092128496, filed on October 15, 2003. A certified copy of this application is enclosed.

Acknowledgment of the receipt of the claim to priority, along with the certified copy of the priority document is respectfully requested.

Respectfully submitted,

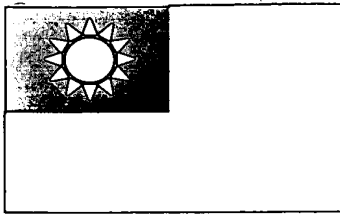
Date: March 4, 2004

By:



Bruce H. Troxell
Reg. No. 26,592

TROXELL LAW OFFICE PLLC
5205 Leesburg Pike, Suite 1404
Falls Church, Virginia 22041
Telephone: (703) 575-2711
Telefax: (703) 575-2707



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 10 月 15 日
Application Date

申請案號：092128496
Application No.

申請人：國聯光電科技股份有限公司
Applicant(s)

局長
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2004 年 1 月 29 日
Issue Date

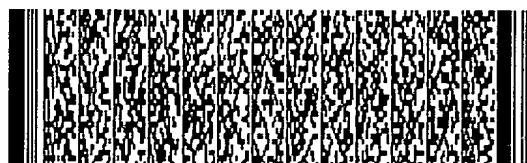
發文字號：09320074050
Serial No.

申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	改善亮度之發光半導體裝置
	英 文	Light-emitting semiconductor device having enhanced brightness
二、 發明人 (共4人)	姓 名 (中文)	1. 王百祥 2. 簡偉恩
	姓 名 (英文)	1. Wang, Pai-Hsiang 2. Chien, Wei-En
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW
	住居所 (中 文)	1. 桃園縣中壢市龍昌路149巷12號 2. 嘉義市東區頂寮里宣信街111巷105號
	住居所 (英 文)	1. No. 12, Lane 149, Longchang Rd., Jhongli City, Taoyuan County 320, Taiwan, R.O.C. 2. No. 105, Lane 111, Syuansin St., Chiayi City 600, Taiwan, R.O.C.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中文)	1. 國聯光電科技股份有限公司
	名稱或 姓 名 (英文)	1. United Epitaxy Company, Ltd
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中 文)	1. 新竹科學工業園區力行路10號9樓 (本地址與前向貴局申請者不同)
	住居所 (營業所) (英 文)	1. 9F, No. 10, Li-Hsin Rd, Science-based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.
	代表人 (中文)	1. 黃 國 欣
	代表人 (英文)	1. Huang, Kuo Hsin



申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	
	英文	
二、 發明人 (共4人)	姓名 (中文)	3. 張智松 4. 陳澤澎
	姓名 (英文)	3. Chang, Chih-Sung 4. Chen Tzer-Perng
	國籍 (中英文)	3. 中華民國 TW 4. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	3. 新竹市明湖路400巷51弄1號 4. 新竹市竹村七路2-3號6樓
	住居所 (英文)	3. No. 1, Alley 51, Lane 400, Minghu Rd., Hsinchu City 300, Taiwan, R.O.C. 4. 6F., No. 2-3, Jhucun 7th Rd., Hsinchu City 300, Taiwan, R.O.C.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	
	名稱或 姓名 (英文)	
	國籍 (中英文)	
	住居所 (營業所) (中文)	
	住居所 (營業所) (英文)	
	代表人 (中文)	
	代表人 (英文)	



四、中文發明摘要 (發明名稱：改善亮度之發光半導體裝置)

本發明係提供一種改善亮度之發光半導體裝置，使發光二極體的上電極所產生的電流分佈均勻進而增加活性層發光效率。首先在一基板上形成活性層。接續，形成一透光層於活性層之上增加電流的分散。其背電極位於基板之另一面，而上電極位於之上方。本發明之重點在於改變上電極的設計，將上電極所包含的金屬線寬變細，同時配合數量增多的方式，如此可以改善電流散佈方式的問題。

五、(一)、本案代表圖為：第 二 A 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

- 100 - 基板
- 120 - 活性層
- 130 - 背電極
- 140 - 透光層
- 210 - 金屬網線

六、英文發明摘要 (發明名稱：Light-emitting semiconductor device having enhanced brightness)



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。



五、發明說明 (1)

【發明所屬之技術領域】

本發明是關於改善亮度之發光半導體裝置，特別是關於發光二極體中一種加強上電極電流分散裝置，以增加發光半導體的發光效率。

【先前技術】

發光二極體(Light emitting diodes; LED)的發光原理是將電流順向流入半導體的p-n時便會發出光線。其中AlGaInP材料應用於高亮度紅、橘、黃及黃綠光LED，AlGaInN材料應用於藍、綠光LED，常以有機金屬氣相磊晶法(metal Organic Vapor Phase Epitaxy; MOVPE)進行量產，元件上亦使用同質結構(homo-junction, HOMO)、單異質結構(single-heterostructure, SH)、雙異質結構(double-heterostructure, DH)、單一量子井結構(single-quantum well, SQW)及多重量子井結構(multiple-quantum well, MQW)…等構造或其他結構方式發光。

傳統的發光二極體其結構如圖一A所示，從上而下分別是上電極11(front electrical contact)、活性層12(active layer)、基板10、背電極13(back contact)。其中活性層12是採用有機金屬氣相磊晶法形成AlGaInP或AlGaInN之化合物發光材料，。當電流由上電極11注入時，電流會通過活性層12、基板10、流向背電極13。當電流流經活性層12時，便會發出光線。但由於活性層的



五、發明說明 (2)

AlGaInP或AlGaInN載子移動率(carrier mobility)不高及高阻值特性使AlGaInP或AlGaInN導電性不佳。當位於活性層12上方的上電極供給電流時，即使增加一透光層14

(capping layer or window layer)增加電流分散，但其電流散佈性雖有改善，但電流仍集中於電極下方，致使發光的主要區域集中在電極下方與附近，如圖一B所示。

一般半導體LED材料的折射率($n=3.4\sim3.5$)大於外部的折射率($n=1\sim1.5$ ， $n=1.5$ for epoxy)，換句話說，半導體LED所產生的光線大部份都被半導體與外部(環氧樹脂：epoxy)的介面全反射回到半導體內部，全反射的光線則被活性層本身與電極、基板吸收，降低LED的實際發光效益(如圖一C所示)。

為增加電流的散佈性，進行結構、材料上的改良如美國專利案號：US patent 5,008,718 Fletcher et al.提出在上電極與活性層之間增加一電阻值低且可透光的透光層15(window layer or clapping layer)如GaP、GaAsP和AlGaAs等材質，如圖一D所示。其目的是藉由此透光層增加從上電極流出之電流散佈性。如此專利內文所述，為達到較佳的電流散佈狀態，此透光層厚度需 $150\sim200\mu\text{m}$ ，如此才能增加5-10倍的發光強度。但加厚透光層的厚度，均會增加MOVPE磊晶的時間及成本，使磊晶的成本增加許多，另外，該層的電流散佈能力與厚度具有相當的關係，若要電流散佈均勻，則厚度至少要數十 μm ，否則，仍無法有效解決電流散佈的問題。



五、發明說明 (3)

另一種解決模式是改變電極設計，F. A. Kish and R. M. Fletcher提到將電極設計成增加finger16（如圖一E所示）或延伸出Mesh線17的樣式（如圖一F所示），以解決LED的電流散佈的問題，但實際上仍不夠理想。主要原因在於這些延伸出去的Mesh線仍有一定寬度，為了生產方便，通常寬度大為 $5\sim 25\mu\text{m}$ 寬，且這種寬度的finger或Mesh的數量不能太多，否則遮光的面積會太大，位於電極下的發光均會被電極所遮住。位於電極下的電流強度最強，發光亦最大，也就是說發光最大的部分均被自身的金屬線所遮住；但金屬線若太少，仍會使某些發光區域E的電流散佈不佳，而影響了發光效率（見圖一G～一H所示）。

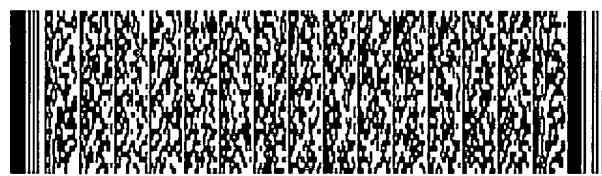
為提高電流散佈率，本發明提出另一種電極設計方式使電流分散更均勻且降低電極遮光面積，如此便可增加發光強度。

【發明內容】

本發明之主要目的在於提供一種改善亮度之發光半導體裝置，使作為上電極的金屬圖案之線寬介於 $0.1\sim 5\mu\text{m}$ ，進而增強發光效率。

本發明之另一目的在於提供一種改善亮度之發光半導體裝置，其上電極之金屬圖案可為網狀、點狀、棋盤狀或其他幾何圖形均勻分佈於所有活性層之上方。

本發明之再一目的在於提供一種改善亮度之發光半導



五、發明說明 (4)

體裝置，其上電極之金屬圖案由於線寬僅有 $5\mu\text{m}$ 以下，因此，不會有遮住由活性層發光之狀況存在。

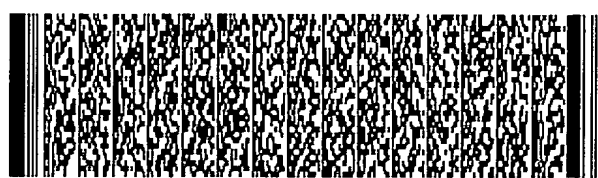
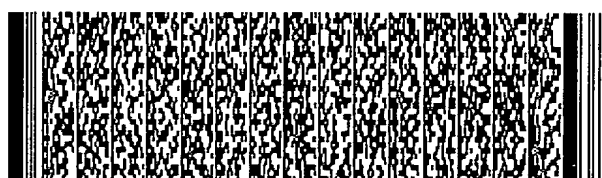
本發明係使用下列步驟來達到上述之各項目的：首先在一基板上形成一活性層。接續，形成一透光層於活性層之上用以增加電流的分散。其背電極位於基板之另一面，而上電極位於透光層之上方。本發明之重點在於改變上電極的設計，將Finger或Mesh的金屬圖案的線寬變細，同時配合數量增多的方式，如此可以改善電流散佈方式的問題。當金屬尺寸為 $2\mu\text{m}$ 時，即使位於金屬現正下方的活性層所產生的光亦能在發光角度 $3.8\sim 18$ 度中透過透光層發光，如此可提高電流密度進而增加發光效率。

【實施方式】

本發明可運用在增加發光二極體的電流散佈，藉由改變上電極的設計增加電流散佈，進而增強發光效率。其中活性層和基板可隨元件發光波長設計而改變，但此並非本發明之重點，本發明皆實施例中僅使用活性層來代表LED元件的各種主要結構如同質結構、單異質結構、雙異質結構、單一量子井結構及多重量子井結構來說明之。

第一實施例：

本發明第一實施例使用發光二極體(LED)作為實施例說明本發明之精神。圖二A為發光二極體之剖面圖，首先在一基板100上形成活性層120(active layer)，活性層



五、發明說明 (5)

結構可為雙異質接面結構或量子井結構以增加二極體的發光效率。接續，形成一 GaP、AlGaAs或ITO材質作為透光層140於活性層120之上增加電流的分散。其背電極130位於基板100之另一面，而上電極210位於透光層140之上方。

更詳細的說，基板100隨順不同的活性層120選擇不同的材料作為基板。當活性層120的材料AlGaInP時，選用砷化鎵材料作為基板；而當活性層120的材料AlGaInN時，選用藍寶石(sapphire)材料作為基板。活性層厚度為 $0.3 \sim 3 \mu\text{m}$ 和透光層140厚度為 $10 \sim 50 \mu\text{m}$ ，其活性層120及透光層140皆使用有機金屬氣相磊晶法(MOVPE)或分子束磊晶法(Molecular Beam Epitaxy; MBE)製作而成。

本發明所提一有效解決電流散佈方式，也就是改變上電極的設計，將Finger或Mesh的金屬圖案的線寬變細，同時配合數量增多的方式，如此可以改善電流散佈方式的問題，並增加發光二極體的發光效率，本實施例僅舉出一種金屬圖案，但本發明之精神並不侷限於此種金屬圖案。其二極體元件之俯視圖如圖二B所示，本實施例的電極設計能保留有電極與外界接觸的金屬墊：電極110，但在電極110旁，活性層120上方接佈滿金屬網線210，此金屬網線210與電極110彼此間接觸，金屬網線210與電極110都屬於本實施例的上電極。

在傳統的發光二極體上電極設計的Mesh線寬度大多為 $5 \sim 25 \mu\text{m}$ 。其電流僅能分散至遠離mesh線 $40 \mu\text{m}$ 處，而mesh線間會有大於 $80 \mu\text{m}$ 的發光空乏區。而活性層12中感應到最



五、發明說明 (6)

強的電流係在電極正下方，如圖二C所示，倘若透光層15厚度為 $15\mu\text{m}$ 和上電極mesh線11寬度為 $15\mu\text{m}$ ，而mesh線11之間的距離為 $60\mu\text{m}$ 。當電流散佈至上電極mesh線11底下正中心的活性層12之A點使之發光時，其發光角度需大於上電極的一半寬度，否則其活性層12所產生的光線會被上電極mesh線11所被遮住。其發光角度 θ_c 計算如下：

透光層15厚度： $l \cdot \cos 2\theta_c = 15\mu\text{m}$

電極mesh線11一半寬度： $l \cdot \sin 2\theta_c = 7.5\mu\text{m}$

(l ：A點不被電極遮住之最短距離)

$$\tan 2\theta_c = 1/2 \quad \rightarrow \quad 2\theta_c \doteq 53^\circ \quad \rightarrow \quad \theta_c \doteq 26.5^\circ$$

一般而言，發光二極體材質的critical angle θ_a 約為18度，也就是說當光線之折射角大於18度以上時，其光線被半導體與外部的介面全反射回到半導體內部，降低LED的實際發光效益。在發光層所產生的光，以輻射效狀發散時，在大於 θ_c 的範圍，均會產生全反射現象，但在 θ_c 以內，光均會透光層穿透過去，而金屬Mesh線寬為 $10\mu\text{m}$ 時，位於電極正下方電流密度最高處所產生的光無法透過，如此嚴重影響光穿透的效率。

而我們將原先寬的Mesh線及線與線間距做等分形成網狀金屬線210，可如同圖二B所示，可使電流散佈的密度更加均勻一致，更讓發光效率提高。本發明之第一實施例所



五、發明說明 (7)

形成的網狀金屬線 210 之尺寸僅有 $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ 且在基板上方均勻分佈。雷同上述計算，若尺寸僅有 $2 \mu\text{m}$ 且透光層厚度依然是 $15 \mu\text{m}$ 時，其發光角度 θ_c 為

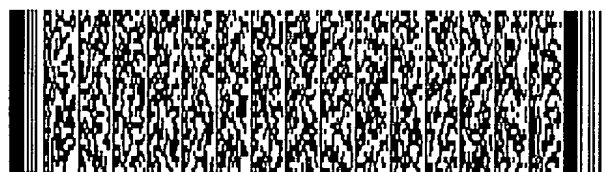
$$\tan 2\theta_c = 2/15 \quad \rightarrow \quad 2\theta_c \doteq 7.6^\circ \quad \rightarrow \quad \theta_c \doteq 3.8^\circ$$

當發光角度 θ_c 減少時，活性層所產生的光線被上電極所被遮住的範圍大大降低，位於電極正下方電流密度強所產生的光便能 $\theta = 3.8 \sim 18$ 度中透過，如此可提高電流密度進而增加發光效率。

第二實施例：

本發明第二實施例亦使用發光二極體 (LED) 作為實施例說明本發明之精神。圖二 D 為發光二極體之剖面圖，其基板、透光層、活性層、背電極結構與第一實施例相同。

本實施例的特點在於上電極之設計，其上電極細分成兩層，如圖二 E 所示，金屬墊：上電極第一層 110 與傳統的發光二極體的元件相同，電極位於元件的中央部分，作為外界供給導通、接觸之媒介，上電極第二層 220 位於第一層 110 之下，並鑲嵌於 ITO 層 230 中。上電極第二層 220 亦是將金屬線寬變細，但以點 (dot) 之形式呈現並配合數量增多的方式，如此可以改善電流散佈方式的問題，並增加發光二極體的發光效率。製作出的金屬點之尺寸僅有 $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ 且在基板上方均勻分佈。其活性層所產生的光線被上



五、發明說明 (8)

電極所被遮住的範圍大大降低外，亦能使電流均勻散佈增加發光效率。本實施例中的金屬點亦可使用如第一實施例中的金屬網線或其他的金屬圖案。

本發明僅用兩個實施例說明改變上電極設計來增加電流散佈情形：在第一實施例中其上電極包含有金屬墊與金屬尺寸變小的金屬圖案，第二實施例中上電極由兩層導電層所組成，其金屬圖案鑲嵌在透明的導電層中，且變化較無限制，其圖案彼此間可不連續。但本發明之精神在於將上電極的金屬圖案分佈於活性層上方，其金屬圖案的線寬僅有 $0.1 \sim 5 \mu m$ ，不論金屬圖案是何種幾何圖形。只要金屬尺寸夠小，便不會遮住大部分由活性層產生的發光。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，不應用於侷限本發明之可實施範圍，凡根據本發明之內容所作之部份修改，而未違背本發明之精神時，皆應屬本發明之範圍者。此外，本發明於申請前並未曾見於任何公開場合或刊物上，因此本案深具「實用性、新穎性及進步性」之發明專利要件，故爰法提出發明專利之申請。祈請貴審查委員允撥時間惠允審查為禱。



圖式簡單說明

【圖示簡單說明】

圖一A係習用技術之發光二極體結構剖面圖。

圖一B係習用技術中，於發光二極體結構中電流分散狀況的剖面圖。

圖一C係習用技術中，於發光二極體結構中發光狀況的剖面圖。

圖一D係習用技術中，增加透光層之發光二極體結構剖面圖。

圖一E係習用技術中，上電極形成finger之二極體結構俯視圖。

圖一F係習用技術中，上電極形成Mesh線之二極體結構俯視圖。

圖一G係習用技術中，上電極形成finger或mesh線，其發光二極體結構中電流分散狀況的剖面圖。

圖一H係習用技術中，上電極形成finger或mesh線，於發光二極體結構中發光狀況的剖面圖。。

圖二A係第一實施例中，其發光二極體中電流分散狀況的結構剖面圖。

圖二B係第一實施例中，上電極形成金屬網線之發光二極體結構俯視圖。

圖二C係習用技術中，位於電極正下方之活性層發光的結構剖面圖。

圖二D係第二實施例中發光二極體的結構剖面圖。

圖二E係第二實施例中，上電極形成金屬點之發光二



圖式簡單說明

極體結構俯視圖。

圖號說明：

10 - 基板

11 - 上電極

12、120 - 活性層

13 - 背電極

14、15、140 - 透光層

16 - Finger

17 - Mesh線

100 - 基板

110 - 上電極第一層

130 - 背電極

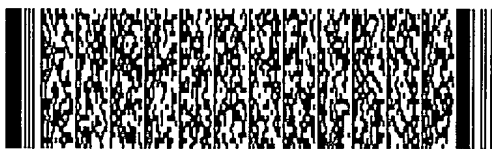
210 - 金屬網線

220 - 上電極第二層

230 - ITO層

A - 發光點

E - 發光區域



六、申請專利範圍

1. 一種改善亮度之發光半導體裝置，包含：

(a) 一半導體基板；

(b) 一誘發光線產生的活性層 (active layer) 位於該半導體基板上；

(c) 一導電背電極位於該半導體基板下方；和

(d) 一導電上電極位於該活性層之上方，該上電極包含有一金屬墊及兩個以上之金屬圖案，該上電極之金屬圖案之最小尺寸介於 0.1 和 $5\mu\text{m}$ 之間，且分佈在該活性層上方。

2. 如申請專利範圍第1項所述之一種改善亮度之發光半導體裝置，其中半導體基板係為砷化鎵 (GaAs)。

3. 如申請專利範圍第2項所述之一種改善亮度之發光半導體裝置，其中活性層係為 AlGaInP。

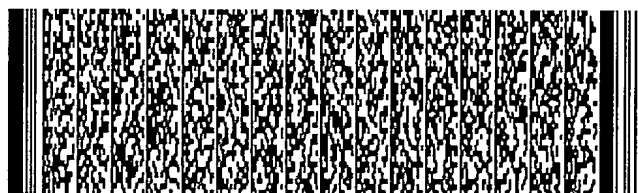
4. 如申請專利範圍第2項所述之一種改善亮度之發光半導體裝置，其中活性層係為 AlGaAs。

5. 如申請專利範圍第1項所述之一種改善亮度之發光半導體裝置，其中半導體基板係為藍寶石 (sapphire)。

6. 如申請專利範圍第4項所述之一種改善亮度之發光半導體裝置，其中活性層係為 AlGaInN。

7. 如申請專利範圍第1項所述之一種改善亮度之發光半導體裝置，其中活性層與上電極間包含有一透光層。

8. 如申請專利範圍第1項所述之一種改善亮度之發光半導體裝置，其中上電極的金屬圖案為網狀結構彼此連接並與金屬墊相導通。



六、申請專利範圍

9. 如申請專利範圍第1項所述之一種改善亮度之發光半導體裝置，其中上電極之金屬圖案為彼此不相連。
10. 如申請專利範圍第1項所述之一種改善亮度之發光半導體裝置，其中金屬線間並不相互連接，藉由一不吸收活性層發光之導電層與該金屬墊導通。
11. 如申請專利範圍第7和8項所述之一種改善亮度之發光半導體裝置，其中上電極之金屬圖案鑲嵌於ITO層中相互導通。
12. 一種改善亮度之發光半導體裝置，包含：
 - (a) 一半導體基板；
 - (b) 一誘發光線產生的活性層 (active layer) 位於該半導體基板上；
 - (c) 一導電背電極位於該半導體基板下方；和
 - (d) 一導電上電極位於該活性層之上方，該上電極包含有一金屬墊及兩個以上之金屬圖案，該上電極之金屬圖案之最小尺寸介於0.1和 $5\mu\text{m}$ 之間，且分佈在該活性層上方。
13. 如申請專利範圍第12項所述之一種改善亮度之發光半導體裝置，其中上電極的金屬圖案為網狀結構彼此連接並與金屬墊相導通。
14. 如申請專利範圍第12項所述之一種改善亮度之發光半導體裝置，其中上電極之金屬圖案為彼此不相連。
15. 如申請專利範圍第13和14項所述之一種改善亮度之發光半導體裝置，其中金屬線間並不相互連接，藉由一不

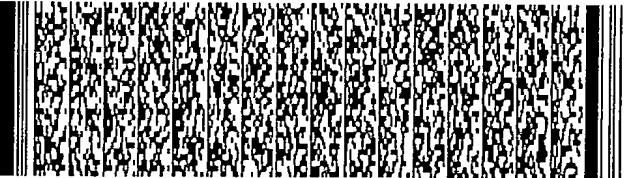
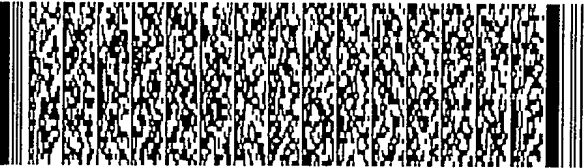
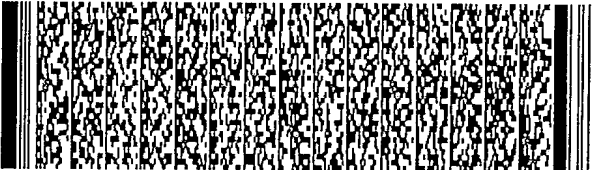
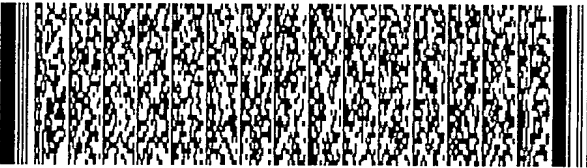
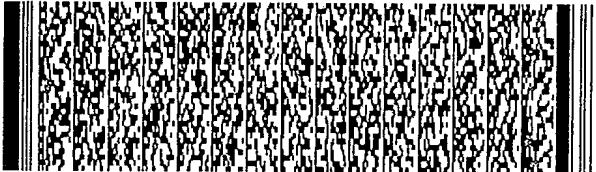
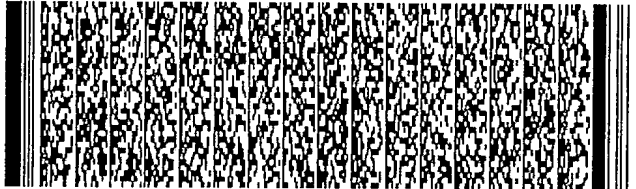
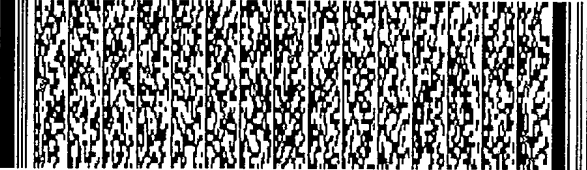
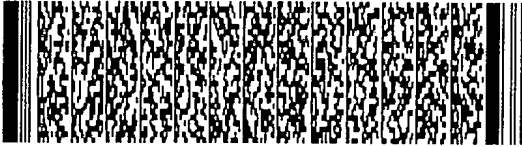
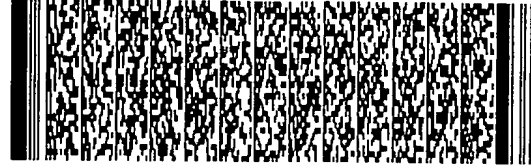
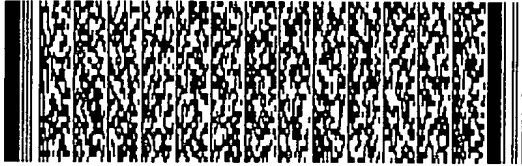


六、申請專利範圍

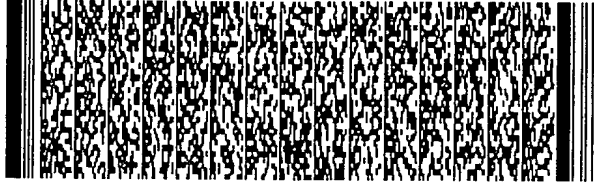
吸收活性層發光之導電層與該金屬墊導通。

16. 如申請專利範圍第13和14項所述之一種改善亮度之發光半導體裝置，其中上電極之金屬圖案鑲嵌於ITO層中相互導通。

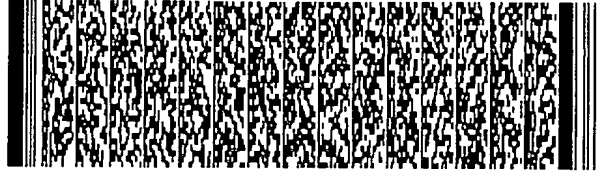




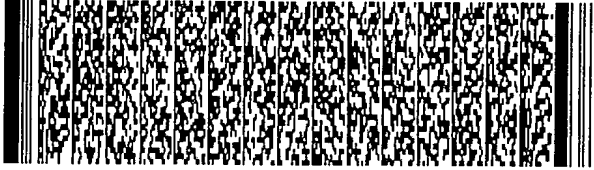
第 10/17 頁



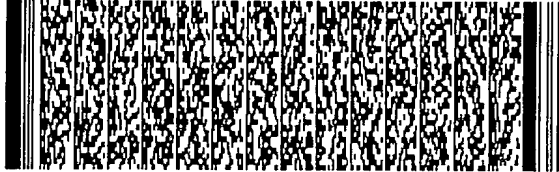
第 11/17 頁



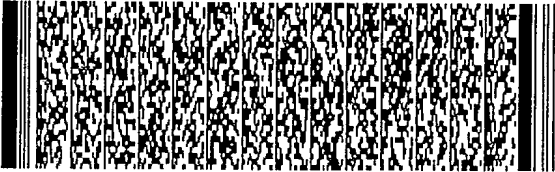
第 11/17 頁



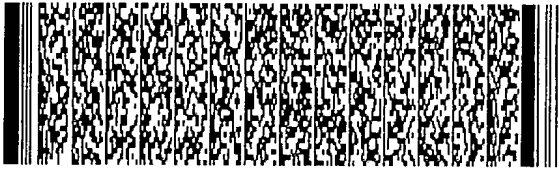
第 12/17 頁



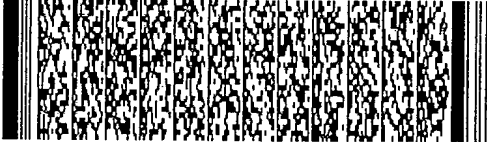
第 12/17 頁



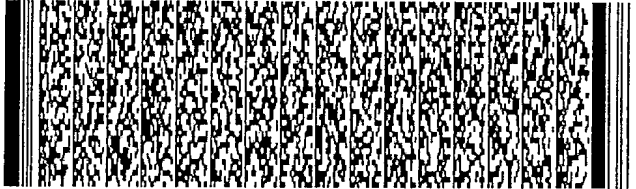
第 13/17 頁



第 14/17 頁



第 15/17 頁



第 16/17 頁



第 17/17 頁



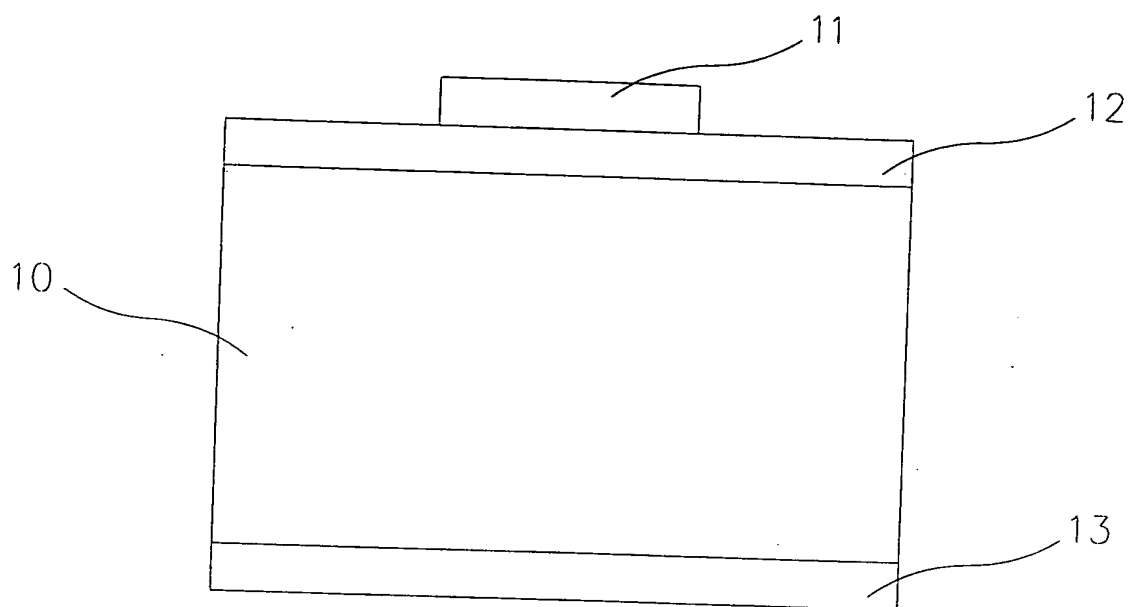


圖 一 A

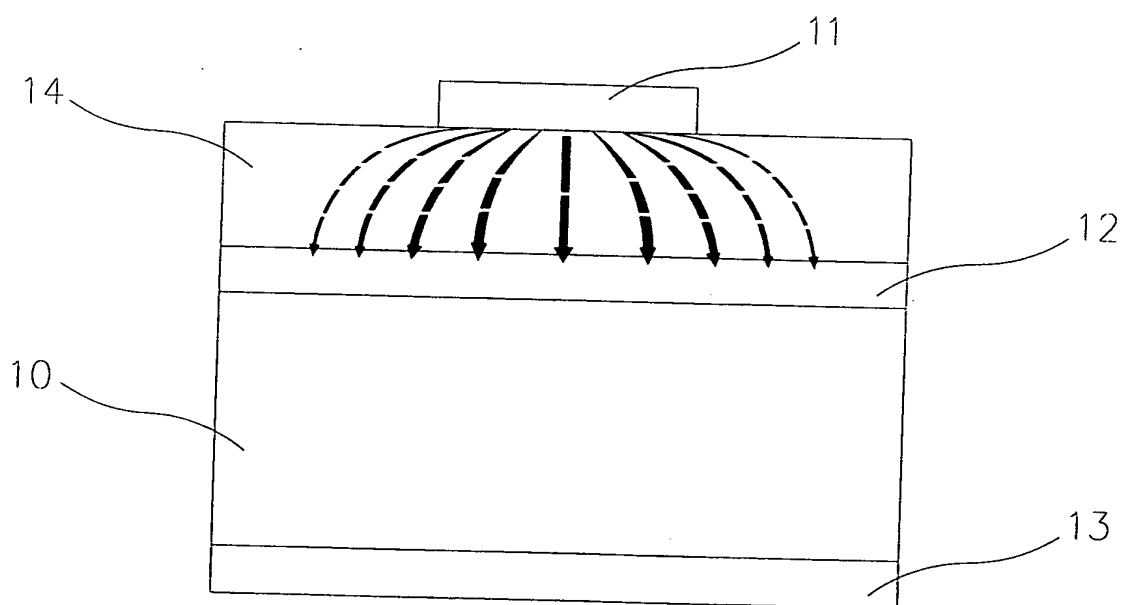


圖 一 B

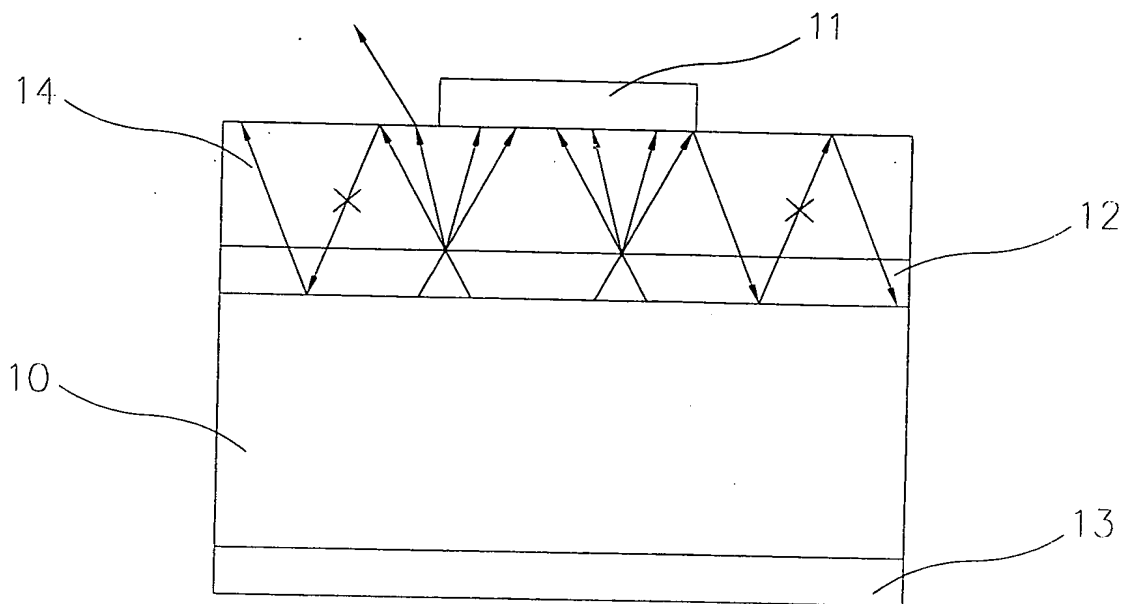


圖 一 C

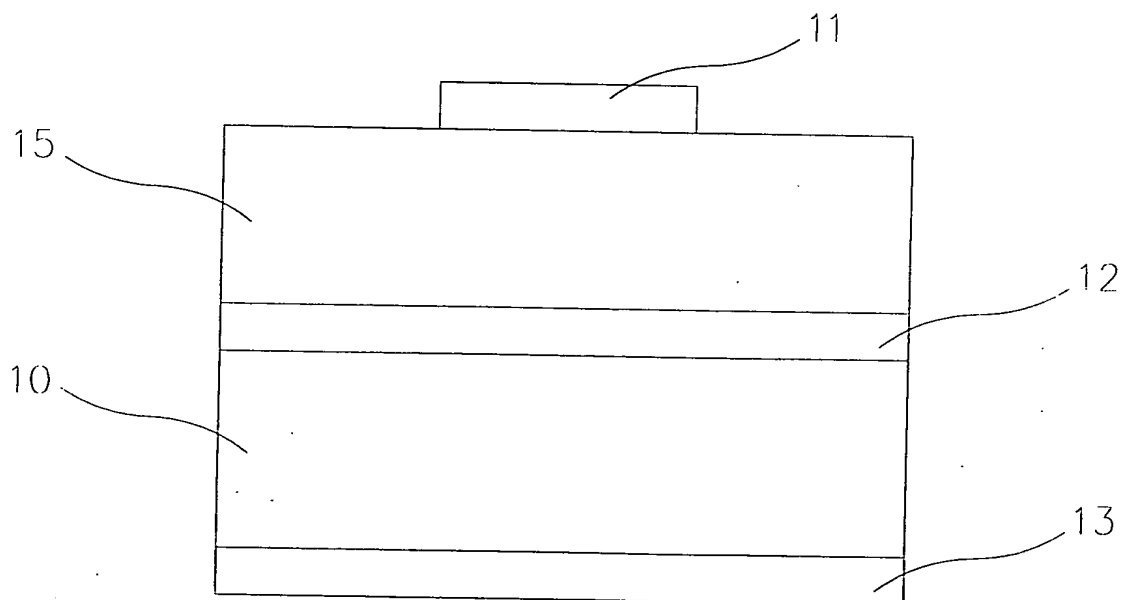


圖 一 D

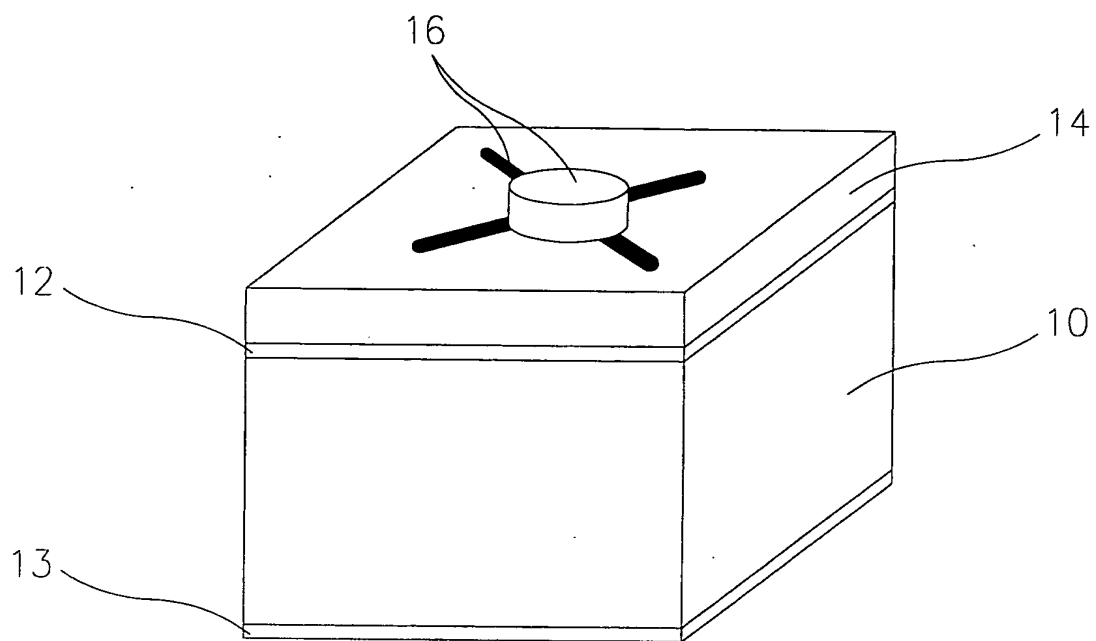


圖 一 E

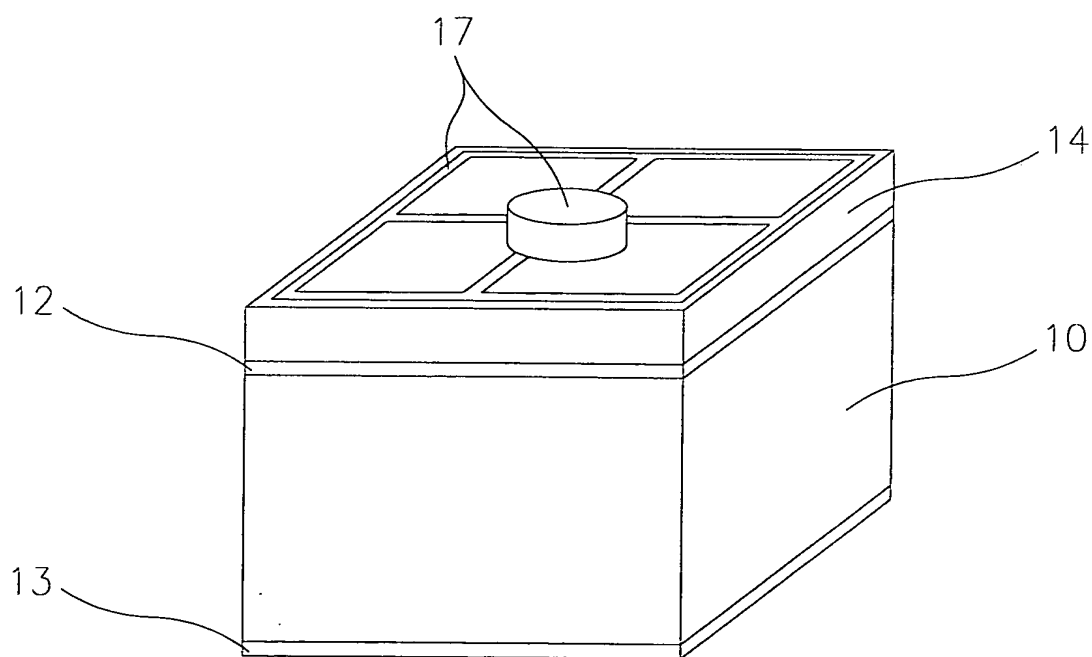


圖 一 F

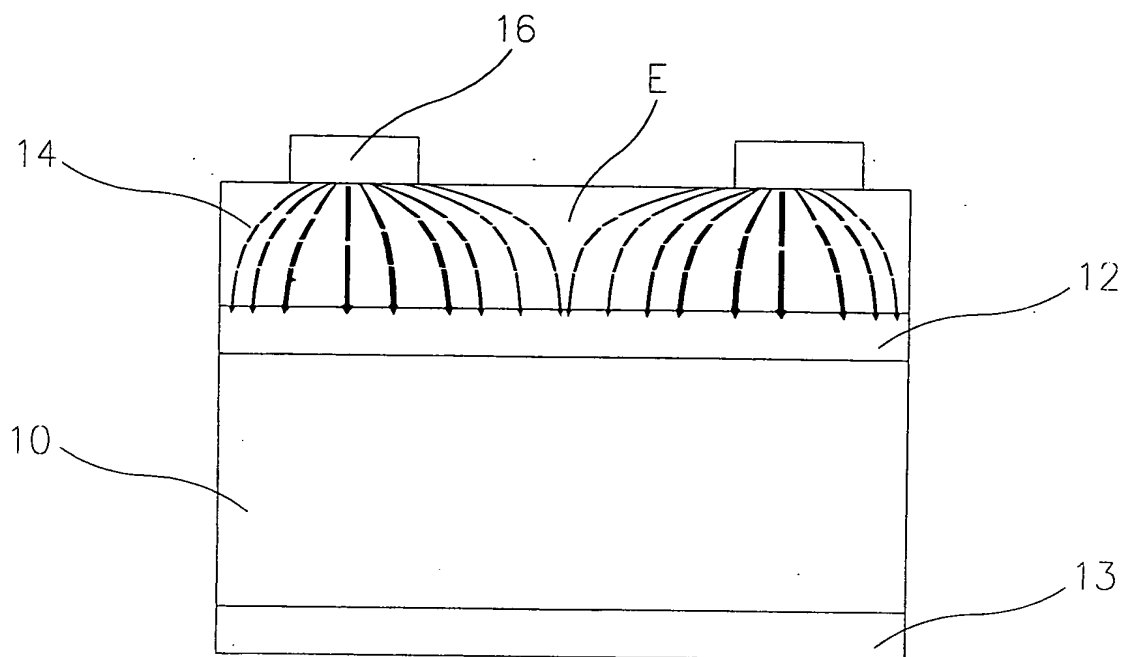


圖 一 G

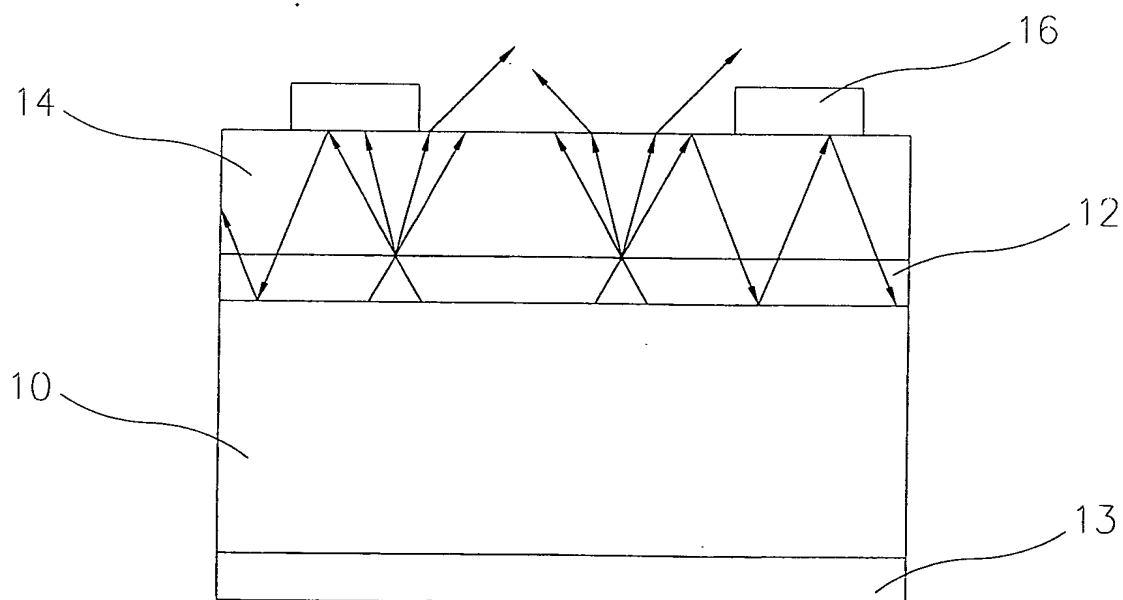


圖 一 H

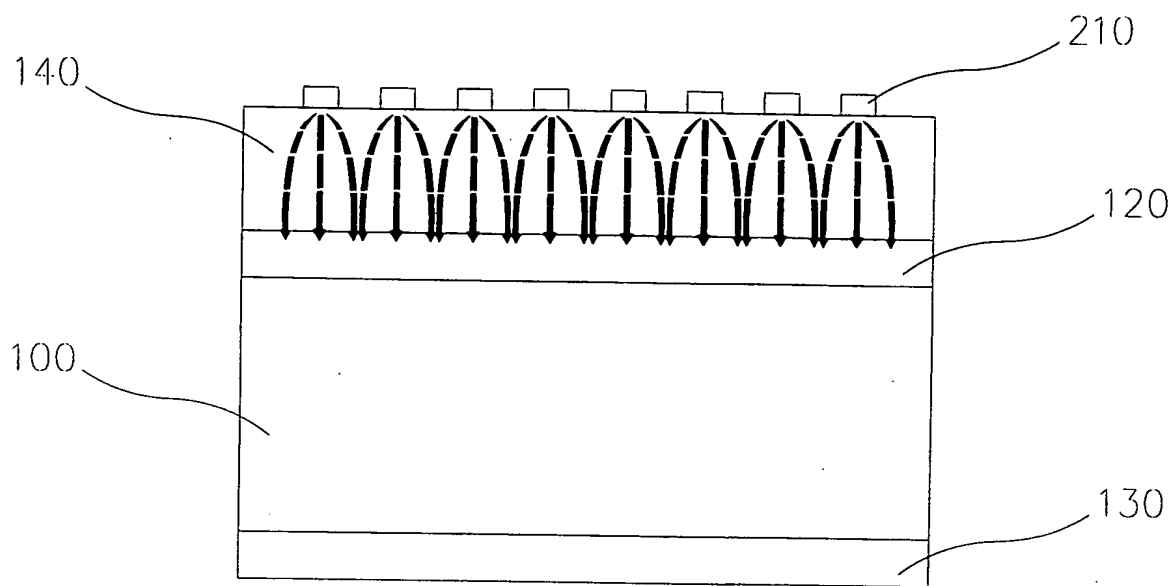


圖 二 A

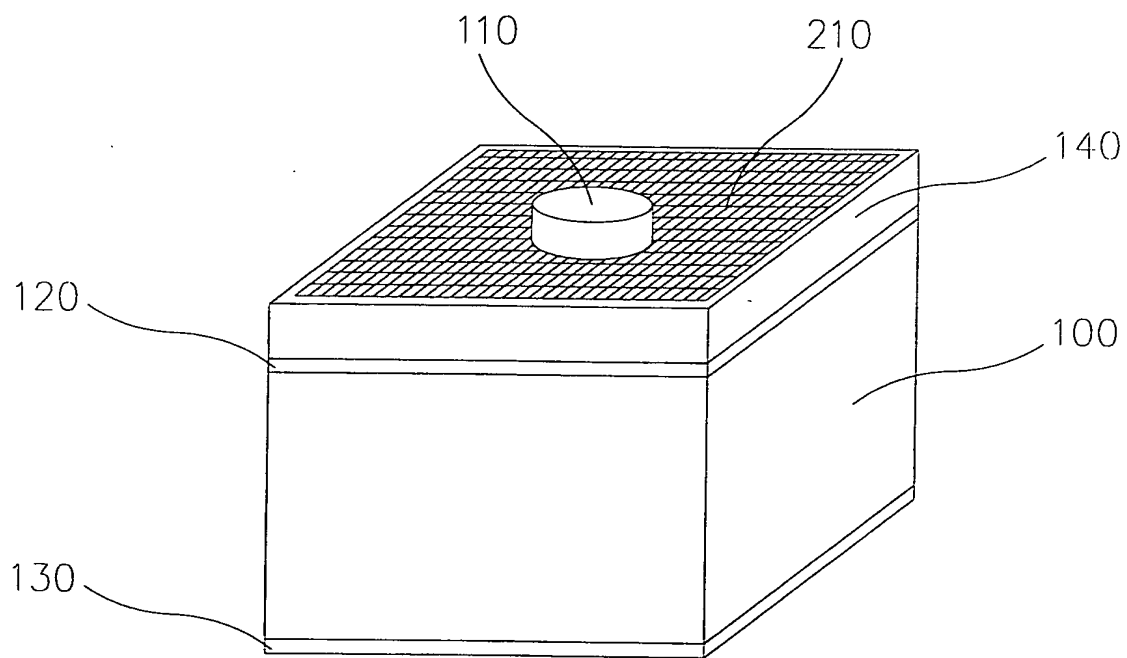


圖 二 B

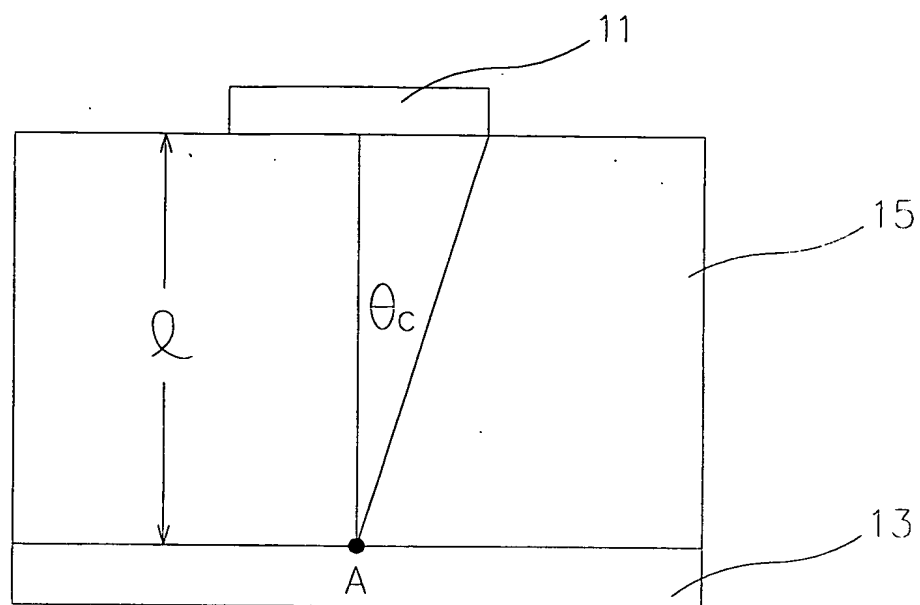


圖 二 C

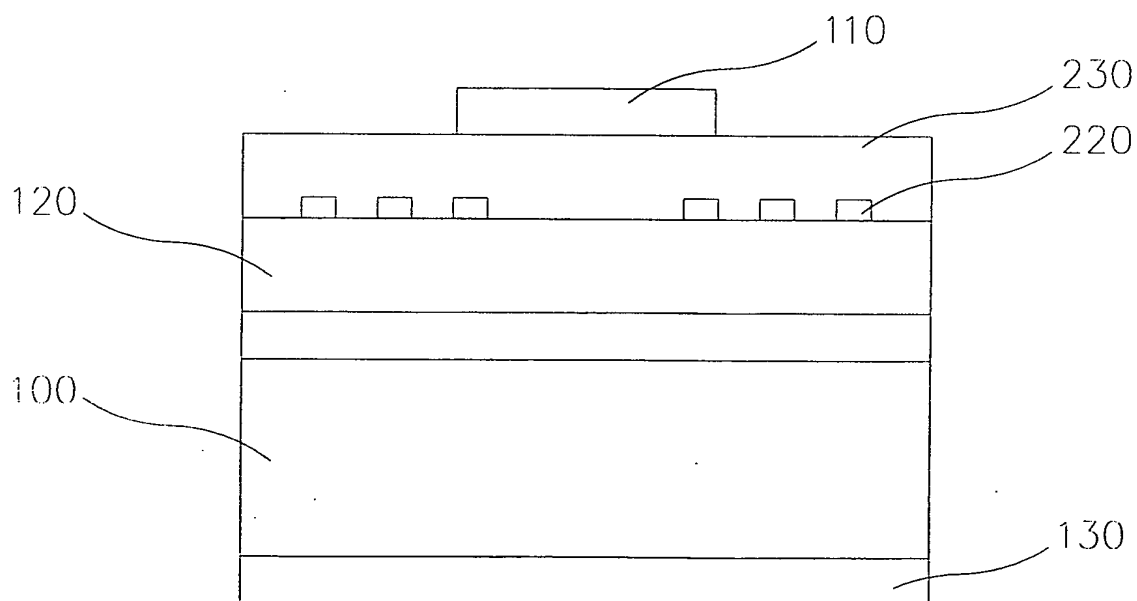


圖 二 D

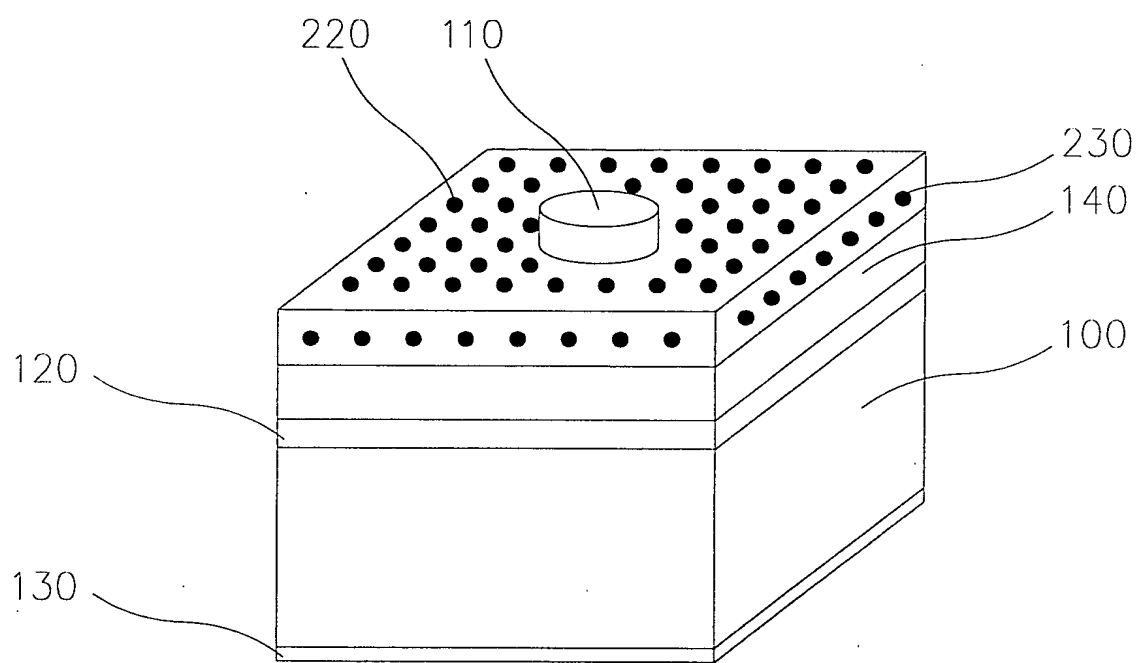


圖 二 E